

## 8. Übungsblatt zur Theoretischen Festkörperphysik

**Abgabe:** bis Dienstag 26.06.2007 10:15 Uhr in der Vorlesung.

### Aufgabe 11 (8 Punkte): Elektron-Phonon-Wechselwirkung

Der Hamiltonoperator der Elektron-Phonon Wechselwirkung lautet in 2. Quantisierung:

$$H_{el-ph} = - \sum_{1,2} \sum_{n,s} \langle 1 | W_{ei}(\underline{r} - \underline{R}_n) \underline{\nabla}_{R_n} \cdot \underline{u}_{sn} | 2 \rangle a_1^+ a_2$$

(a) Zeigen Sie, daß gilt:

$$H_{el-ph} = \sum_{\lambda,j,k,q} D_{q\lambda j} (b_{-q,j}^+ + b_{q,j}) a_{\lambda,q+k}^+ a_{\lambda,k}$$

mit  $D_{q\lambda j} = -i \sum_s (2m_s \omega_j(q))^{-1/2} \underline{A}_s \cdot \underline{q} V_q$

(b) Interpretieren Sie das Ergebnis anhand einer Skizze.

*Vorgehensweise:*

- Das periodische Potential  $W_{ei}(\underline{r} - \underline{R}_n)$  als Fourierreihe  $\left( \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_k e^{i\mathbf{k}(\underline{r} - \underline{R}_n)} W_k \right)$  schreiben.
- $\underline{u}_{sn}$  aus der VL einsetzen und  $\underline{\nabla}$  wirken lassen.  $n$ -Summe auswerten ( $\rightarrow$  Kronecker).
- Für  $|2\rangle$  und  $\langle 1|$  Blochfunktionen einsetzen und über Einheitszellen auswerten (noch mehr Kronecker).
- Nach Indexumbenennungen erhält man das Ergebnis.

### Aufgabe 12 (2 Punkte): Bewegungsgleichungen

Leiten Sie mit Hilfe der Heisenbergschen Bewegungsgleichung ( $i\hbar\dot{O} = [O, H]$ ) die Bewegungsgleichungen für  $a_{\lambda k}^+, a_{\lambda' k'}$ ,  $b_{qj}^+$  und  $b_{qj}$  her, falls der Hamiltonoperator wie folgt definiert ist:

$$H = H_{el}^{kin} + H_{ph}^{kin} + H_{el,ph}^{WW} \quad (1)$$

$$= \sum_{\lambda k} E_{\lambda k} a_{\lambda k}^+ a_{\lambda k} + \sum_{qj} \hbar \omega_q^{ph} b_{qj}^+ b_{qj} + \sum_{\lambda,j,k,q} D_{q\lambda j} (b_{-q,j}^+ + b_{q,j}) a_{\lambda,q+k}^+ a_{\lambda,k} \quad (2)$$

**Dieser Aufgabenzettel muß und soll nur von Studenten bearbeitet werden die an keinem Projekt teilnehmen!**